Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Geologie und Petrographie der Koralpe VI

Pegmatite der Koralpe

Von

Dr. Alois Kieslinger

(Mit 4 Textfiguren und 1 Tafel)

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Februar 1928)

In Fortsetzung meiner Bearbeitung des Koralpengebietes sollen nun die Ganggesteine, das sind Pegmatite und Aplite (basische Gänge fehlen) besprochen werden.

Ältere Literatur.

Die Pegmatite meines Arbeitsgebietes haben bis jetzt keine zusammenfassende Darstellung erfahren. Doch war ihr Reichtum an auffälligen und schönen Mineralien sowie ihre technische Bedeutung (Quarz, neuerdings auch Glimmer) der Anlaß zu zahlreichen mineralogischen Arbeiten.[1]

Unter Leitung von G. Tschermak wurden drei Arbeiten ausgeführt, welche den Pegmatit »von Soboth« behandeln. Leider fehlen in diesen Arbeiten genauere Fundortsangaben, doch war zweifellos das Vorkommen vom Gradischkogel bei St. Vinzenz Gegenstand dieser Untersuchungen. Tschermak selbst hat den Muskowit beschrieben (90), Löbisch eine Analyse desselben gegeben (68), während Smita und M. Schuster den Plagioklas untersucht haben (79, 80). Später hat F. Becke diesen Oligoklasalbit neuerlich behandelt (134). Seeland hat vom selben Vorkommen Zirkon namhaft gemacht (110). Die Rutile von Modriach haben als begehrte Sammelobjekte mehrere mineralogische Arbeiten veranlaßt (49, 111, 112, 113, 120). 1895 beschreibt K. Bauer in seiner Arbeit (10)[2] u. a. zwei Pegmatitgneise, und zwar einen von Glashütten und einen vom Schutzhaus. A. Sigmund hat einzelne Minerale aus Pegmatiten der Umgebung von Deutschlandsberg und von Edelschrott, sowie aus dem Erzbergbau am Offberg bei Fresen beschrieben (135, 136). Neuerdings hat H. Mohr den Abbau der Muskowite als technischer Nutzglimmer eingeleitet und darüber in mehreren Arbeiten berichtet (116 bis 119a). In Angel's »Gesteinen der Steiermark« (4) sind p. 92 ff. mehrere Pegmatite aus dem nördlichen Koralpengebiet beschrieben und je eine Analyse von Feldspat, Turmalin und Granat (anal. F. Machatschki) beigebracht. Während der Niederschrift dieser Arbeit erschien auch noch eine Arbeit von Machatschki selbst (131) mit weiteren chemischen und optischen Untersuchungen. H. Jaksch hat die Geschichte der Quarzgewinnung an den St. Vinzenzer Gängen zusammengefaßt (110a), ein Anonymus die von der steirischen Seite (129).

Geologisches Auftreten.

Entsprechend den wechselvollen Schicksalen der Gesteine des Koralpengebietes treten auch die Pegmatite in sehr verschiedenen Fazien auf. Ich unterscheide:

---

[1] Meine bisherigen Lieferungen dieser Arbeit werden als »Koralpe I bis V« angeführt, die übrigen Nummern beziehen sich auf die Schriftenverzeichnisse in Koralpe I, II und in dieser Arbeit. Eingeklammerte Zahlen mit S davor, z. B. (S 340) bezeichnen die Nummern meiner Dünnschliffsammlung.

[2] Das Zitat dieser Arbeit ist in Koralpe I unrichtig angegeben und wird hier berichtigt: Mitteilungen d. Naturwiss. Ver. f. Steiermark, *32*, 1895, p. 206 ff.

1. Junge Gänge.

Das sind gangförmig auftretende Gesteine, die ihr Nebengestein mehr oder minder scharf als »Quergriffe« durchsetzen. In spröden, ungeschieferten Gesteinen, wie z. B. im Eklogit, konnten diese Gangspalten sehr scharf aufsetzen, in den schiefrigen Gneisen hat eine stärkere Zertrümmerung stattgefunden. Alle diese Gänge scheinen (mit wenigen Ausnahmen) einem einzigen Kluftsystem anzugehören, das bei saigerer Stellung NO—SW streicht, also lotrecht auf dem Hauptstreichen des alten Faltenbaues steht. Das beste Studiengebiet für diese Gänge ist die Umgebung von St. Vinzenz (Kärnten), wo am Gradischkogel und an anderen Stellen die Gänge einerseits besonders dicht geschart, anderseits durch die alten Quarzabbaue einigermaßen gut aufgeschlossen sind, im Gegensatz zur Aufschlußarmut des übrigen Koralpengebietes. Das relativ junge Alter dieser Gänge ergibt sich einerseits daraus, daß sie von jüngeren Gebirgsbewegungen fast nicht gestört sind, anderseits aus ihrem Mineralbestand, der alle Übergänge von der echt pegmatitischen Ausbildung zur hydrothermalen aufweist und so ein Abklingen der Intrusion erkennen läßt.

Das absolute Alter ist kaum feststellbar. Meine Versuche, ob einige der akzessorischen Minerale (Zirkon, Rutil) radioaktive Wirkung (auf eine photographische Platte) zeigten, haben trotz monatelanger Behandlung keinen Erfolg gehabt. Auch das Verhältnis zu den jungen tertiären Aufschuppungen ist nicht eindeutig. Gerade dort, wo die Pegmatitgänge am besten entwickelt sind, in den Eklogitmassen des Gradisch, besteht doch die Möglichkeit, daß eben der Eklogit als Ganzes bewegt worden ist, wobei seinen Gangfüllungen natürlich nichts geschehen konnte. Bemerkenswert ist der Umstand, daß das kohleführende Miozän des Lavanttales ebenfalls von Nordost-Südwest-Sprüngen durchsetzt wird. Solche sind u. a. aus den Bergbauen Wiesenau und St. Stefan bekannt. Für die Altersfrage sind diese Sprünge aber auch nicht maßgebend. Denn einmal zeigen sie keine Gangfüllung und dann handelt es sich wohl nur um ein Wiederaufleben, ein Durchschlagen der alten Baurichtungen.

An einer Stelle, im Marmorvorkommen bei der »Oberen alten Hütte«, gelang es, eine Gangspalte aufzuschließen, die teilweise mit Bergkrystallen besetzt ist; dort, wo sie keine Quarzfüllung führt, konnte im Marmor eine schwache wagrechte Striemung beobachtet werden. Das Ausmaß der Bewegung war sicher sehr geringfügig. In Marmoren nördlich Wolfsberg konnten derartige Bewegungen messend verfolgt werden. Es handelt sich um wenige Zentimeter (vgl. Koralpe II, p. 10 und Koralpe V, p. 3). Gewisse Analogien sprechen dafür, daß auch die Erzförderungen mit den jungen Pegmatiten gleichzeitig emporgedrungen sind.

Wir müssen also die Altersfrage wenigstens vorläufig noch offen lassen.

Anhangsweise sei erwähnt, daß sich diese junge Ganggruppe auch außerhalb des Koralpenblockes im geographischen Sinne findet, nämlich im Gutensteiner Krystallin (so habe ich das Gebiet zwischen

Windischgraz, Gutenstein und Unterdrauburg genannt). Dort streichen die Gänge etwas abweichend mit N 30° O. Stellenweise ist die Durchtränkung so dicht, daß man bei schlechten Aufschlüssen überhaupt nichts anderes findet als die Pegmatite. Sehr gute Aufschlüsse mit herrlichem mauerartigem Herauswittern der Gänge findet man im engen Durchbruchstal der Mies östlich von Gutenstein (beim »Luckerten Stein«). Einer der Gänge dieses Gebietes südöstlich von Unterdrauburg ist durch abweichende Minerale ausgezeichnet.

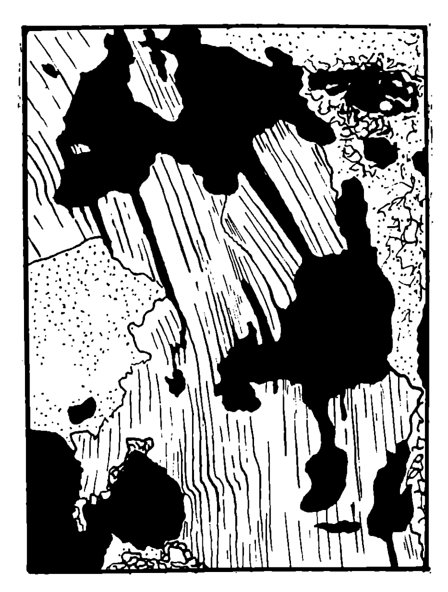


Fig. 1. Lamprechtsberg.

Erz von der Halde des Unterbaustollens, Dünnschliff, 50fach linear vergrößert; Bleiglanz und Magnetkies (beide schwarz) durchdringen ein Muskowitpacket und spalten es auf. Aufzehrung mit rundlichen Resorptionstaschen. Gepunktet: Feldspat. Umzeichnung einer Mikrophotographie bei Granigg l. c., Taf. VIII, Fig. 7.

Der Glimmer ist durch Margarodit ersetzt, der übliche Schörl durch einen braunen Turmalin, den Tschermak »Dravit« nannte. Braune Turmaline fand ich übrigens auch in Pegmatiten, die als Injektionen in den Marmoren des Seekars liegen. Ob auch sie die Bezeichnung als Dravit verdienen, müßte erst chemisch nachgewiesen werden.

An anderer Stelle (Koralpe IX) wird ausführlicher davon die Rede sein, daß die N—S streichenden Klüfte und Gänge im Erzrevier von Waldenstein (die »Zwölferklüfte« Brunlechner's) vermutlich früher ebenfalls ein diagonales Streichen hatten und nur zusammen mit ihrem Wirtsgestein, den Glimmerschiefern, umgestellt worden sein dürften. Daraus wie aus der Lage im Gutensteiner Krystallin kann man jedenfalls folgern, daß diese Ganggruppe älter ist als wenigstens ein Teil der jungalpinen Bewegungen.

2. Pegmatitgneise.

Allenthalben finden sich in den Paraschiefern mächtige Pegmatitkörper eingeschaltet. Ihr Gefüge zeigt, daß sie heftig durchbewegt worden sind, daß man sie also als Pegmatitgneise zu bezeichnen hat (eigentlich eher als Mylonite). Im Schliffbild lassen sich wie bei den meisten Koralpengesteinen auch postkrystalline Störungen beobachten, die ich der jungalpinen Beanspruchung zuschreibe. Im Gegensatz dazu finden sich auch Kerne, die der Durchbewegung entschlüpft sind. Besonders die großen Kalifeldspate sind einfach Überreste aus dem früheren Gefüge. Die Lage dieser Pegmatitkörper ist konkordant mit dem Nebengestein. Der Hauptsache nach ist dies wohl ursprüngliche Gleichlage, durch Eindringen der Injektion zwischen die Schichtblätter. Zum Teil hat aber auch gewiß spätere Einschlichtung durch Tektonik stattgefunden.

Im allgemeinen sind die Pegmatite sehr glimmerarm, stellenweise könnte man sie eher Aplite nennen. Alle Übergänge bis zu reinen Quarzlagen, bei denen es sich natürlich nicht entscheiden läßt, wie viele von ihnen durch Injektion entstanden sind und was dem ursprünglichen Gestein angehört. Basische Gänge fehlen, dagegen finden sich untergeordnet Anreicherungen von Turmalin, z. B. in der Nähe der Grillitschhütte und an der Waldbahn Deutschlandsberg—Freyland. Der Granat dürfte auf Wechselwirkung mit dem Wirtsgestein zurückgehen. Andere Kontaktbildungen gegen Marmor sind schon in Koralpe II und V ausführlich beschrieben worden.

2. Injektionsmaterial.

Die Pegmatitgneise sind eigentlich nichts anderes als besonders mächtige Injektionslagen. Es finden sich alle Übergänge bis zu Lagen von wenigen Millimetern Dicke. Kaum ein Gestein der Koralpe ist von dieser Durchtränkung verschont geblieben. Viele der Gneise und Glimmerschiefer bestehen fast zur Hälfte aus zugeführtem Material. Abgesehen von den Vorberichten (54, 56, 114, 115), werde ich erst bei den Paragesteinen (Koralpe VIII) näher darauf eingehen. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß die Injektion in Gneisen und Glimmerschiefern verschiedenes Gefüge hat, daß bei den Plattengneisen ein lagenweiser Wechsel (eine »lit-par-lit-Injektion«, zum Teil aber auch Einschlichtung), bei den Glimmerschiefern dagegen eine diffuse Durchtränkung vorherrscht. Jedenfalls ist es ganz sicher, daß diese Quarz-Feldspat-Mengen in den Paragesteinen nicht ursprünglich sind. Es läßt sich genau beobachten, daß diese Lagen wirkliche kleine Pegmatite mit Turmalin usw. sind. Der Ausdruck »Mikropegmatite«, den ich in einem Vorbericht für diese Bildungen angewendet habe, ist aber schon für eine andere Erscheinung vergeben.

Diese Injektionen haben mannigfache Änderungen im Mineralbestand und Gefüge der Wirtsgesteine erzeugt. Dabei haben sie

aber auch selbst Konzessionen machen müssen, insbesondere bei den Plagioklasen, die deutlich basischer geworden sind. Eine Schwierigkeit in der Altersgruppierung soll nicht verschwiegen werden:

Wo pegmatitisches Injektionsmaterial in sehr festen Gesteinen, besonders den Eklogiten, auftritt, ist es nicht mehr umkrystallisiert, sondern in seiner alten plutonischen Struktur durch den Schutz des Wirtsgesteines erhalten. Das kann darauf zurückzuführen sein, daß die Eklogitklötze eben nur randlich durchbewegt worden sind. Derartige Strukturen lassen sich aber natürlich nicht von den Injektionen der jüngeren Ganggruppe unterscheiden. Besonders im Gebiete von Krumbach treten mitten im Eklogit versprengte Putzen von Pegmatit auf (besonders schön beim Forsthaus »Steinwirt«), deren relatives Alter unsicher ist.

4. Pegmatitdiaphthorite.

Ich habe seinerzeit (Koralpe I) ausführlich beschrieben, wie die Koralpe von jungen Süd-Nord-Stößen bearbeitet worden ist, die besonders in den südlichen Teilen eine Zerstörung der Gesteine, Diaphthorese, erzeugt haben. Natürlich wurden in die Zerstörung auch die Pegmatitgneise dieser Gebiete einbezogen. Sie sind zu Serizitquarziten geworden, Gesteinen mit sehr undeutlichen und stark wechselnden Strukturen, deren wahre Natur eben nur im Gesamtbild unserer regional-petrographischen Auffassung verständlich wird.

5. Erzinjektionen.

Die Erzvorkommen meines Gebietes werden am besten hier, im Zusammenhang mit den Pegmatiten besprochen. Ihr gemeinsamer Zug ist der, daß es nicht wirkliche Gangbildungen sind, sondern daß die Erze meist ohne Gangart unmittelbar in die Gesteine eingedrungen sind und dort entsprechende Verdrängungserscheinungen erzeugt haben (Typus Bodenmais). Man kann sie etwa in zwei Gruppen teilen, in die schwefelarmen und die schwefelreichen. Die ersteren sind durch das Eisenglanzvorkommen von Waldenstein und durch einige unbedeutende kleine Spateisensteinlager vertreten, die letzteren durch zahlreiche Kiesvorkommen, mit der Lagerstätte vom Lamprechtsberg als wichtigstem Vertreter. Leider sind über diese schöne Lagerstätte noch keine eingehenden montanistischen Arbeiten vorhanden, doch bereitet Herr Prof. Granigg eine solche vor. Es wäre sehr wichtig, zu untersuchen, ob die Erzstoffe vor, während oder nach der Diaphthorese eingedrungen sind. Manches spricht dafür, daß die Erzförderung mit der jungen Pegmatitganggruppe gleichzeitig ist.

Die Erze sind auf die Glimmerschiefergruppe beschränkt und bevorzugen auch hier die diaphthoritischen Teile, so daß ihre Entstehung vermutlich mit den jungalpinen Bewegungen ursächlich

zusammenhängt. Die regionale Bedeutung der Erze besteht darin, daß sie die Analogien mit anderen Krystallingebieten vermehren und so gewissermaßen die Rolle von Leitfossilien übernehmen. Genaueres darüber in Koralpe IX.

Meine Einteilung der Pegmatite ist also im wesentlichen eine tektonische, nämlich in vor- und nachtektonische. Natürlich geht es hiebei nicht ganz ohne etwas Gewalt ab. Sicher sind unter den



Fig. 2.

Erz vom selben Fundort wie in Fig. 1. Dünnschliff, 28fach linear vergrößert. Bleiglanz, Magnetkies und Kupferkies (alle schwarz) dringen in den zersetzten Feldspat (gepunktet) ein und verdrängen ihn. Am Kontakt Erz-Feldspat bildet sich ein Granatsaum. Die Glimmer Parallelverwachsung von Muskowit und Biotit. Umzeichnung einer Mikrophotographie bei Granigg l. c., Tafel VII., Fig. 8.

alten Pegmatiten solche von ganz verschiedenem Alter, vielfach auch von verschiedenem Chemismus. Die Injektion hat jedenfalls sehr lange Zeiträume hindurch angedauert. Auch die Struktur, die Bezeichnung als »Gneise« soll nur das vorherrschende Gesamtbild ausdrücken. Es finden sich genug solcher Pegmatite, die nur randlich vergneist sind, im Innern aber die plutonische Struktur (mit Schriftgranit usw.) erhalten haben. Außerdem sind auch in den parallelgeschichteten Pegmatitgneisen die großen Feldspate Überreste aus dem nichtmetamorphen Zustand. Die Schieferung hängt eben auch wesentlich vom Ausgangsmaterial ab. Bei Glimmerarmut entstehen mehr Mylonite.

Petrographische Problemstellung.

Der geologische Überblick löst nun eine Zahl von Fragen aus, mit denen wir an die Dünnschliffe herantreten wollen. Leider ist meine Arbeit auf diese mikroskopische Untersuchung beschränkt. Die große Variabilität der pegmatitischen Gesteine würde Dutzende von Analysen erfordern, die aus begreiflichen Gründen undurchführbar sind. Einzelne Stichproben aber würden eine Genauigkeit vortäuschen, die nicht vorhanden ist und so mehr schaden als nützen. Dazu kommt ein anderer Grund: Die mineralogische Untersuchung hat ergeben, daß bei unseren Gesteinen jener innige Zusammenhang zwischen Gesamtchemismus und Mineralbestand, der bei Erstarrungsgesteinen so schön rechnerisch zu verfolgen ist, nicht besteht. Die »chemischen Einheiten« sind gewissermaßen sehr klein, eigentlich auf die einzelnen Krystalle beschränkt. In sehr quarzreichen Gesteinen finden sich basische Plagioklase, mitten in Marmoren saure usw. Die Reaktionsbereiche waren in den meisten Fällen auf den Umkreis von wenigen Millimetern beschränkt, wie man am deutlichsten an den Reaktionszonen zwischen Marmoren und Pegmatiten beobachten kann. Daraus folgt eben, daß in unserem Falle Bauschanalysen sehr wenig Sinn hätten.

Wir fragen uns also:

1. Welches ist der Mineralbestand der alten Pegmatite und der Injektionsadern?
2. Lassen sie sich auf einen gemeinsamen Magmaherd zurückführen und zeigen sich Zeichen einer Differentiation?
3. Welche Änderung haben die Stoffe durch die alte (tauriskische) Durchbewegung und die ihr folgende Regionalmetamorphose erlitten?
4. Welches sind die Änderungen auf Mineralbestand und Gefüge der Wirtsgesteine?
5. Welches sind die Änderungen, die die Pegmatite selbst bei ihrer Injektion erlitten haben?
6. Welches ist der Mineralbestand der jungen Gruppe, seine Beziehungen zu den Nebengesteinen?
7. Welches sind die Änderungen durch die Diaphthorese?

Aus diesen Fragestellungen ergibt sich, daß die Pegmatite eben immer nur im Zusammenhang mit ihrem Nebengestein untersucht werden dürfen. Ein Teil dieser Fragen wird leider wenigstens vorläufig offen bleiben müssen und ich lege Wert darauf, auf diese Lücken meiner Arbeit ausdrücklich hinzuweisen.

Als Grundlage für die Antwort diene eine ausführliche

Einzelbeschreibung.

1. Junge Gänge (Quergriffe).

Am besten sind diese Gänge im Raume von St. Vinzenz zu studieren. Der Gradischkogel, ein mächtiger Eklogitlakkolith, ist in struppige Injektionsglimmerschiefer eingebettet. Im Eklogit setzen zahlreiche Gänge auf, die auf Quarz für

Glaserzeugung abgebaut wurden. (Genaueres bei Jaksch, 110a.) Trotz der langen Abbauzeit von 190 Jahren wurden keine tiefgreifenden Aufschlüsse geschaffen, sondern man beschränkte sich darauf, die Ausbisse der Gänge wenige Meter tief hinein zu verfolgen. Die meisten dieser alten Baue sind heute überrollt und mit Wald bestanden, nur drei Gänge sind noch zugänglich. Sie liegen am Südkamm des Gradischkogels und überqueren die Landesgrenze Kärnten-Steiermark. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen einem und zwei Metern. Sie gehören alle dem gleichen Kluftsystem an, das NO—SW streicht und saiger steht. Trotz dieser Gleichartigkeit zeigen sie im einzelnen große Unterschiede in der mineralogischen Ausbildung. Ich unterscheide:

1. Richtungslose echte Pegmatite;
2. Quarz-Feldspatgänge;
3. Reine Quarzgänge.

Die Pegmatite führen als Hauptgemengteil Feldspat, Quarz und lichtem Glimmer, als Nebengemengteile Zoisit, Zirkon und ein Titanmineral (Rutil oder Brookit). Muskowit und Feldspat sind jene Minerale »von Soboth«, die von der Tschermak-Schule beschrieben worden sind (68, 79, 80, 90, 134).

Der Plagioklas ist den Pegmatiten und den Quarz-Feldspat-Gängen gemeinsam, während Kalifeldspat im Gegensatz zu den Pegmatitgneisen vollständig fehlt. Die Analyse des Plagioklases von Smita (80) ergab einen Oligoklas Ab_8An_{13}. Die optische Untersuchung wurde von Max Schuster (79) und später wesentlich eingehender durch F. Becke (134) durchgeführt. Ich habe von einem Quarz-Feldspat-Gang (neben dem sogenannten Skutnikgang) annähernd orientierte Schliffe (S 70, 71, 192) hergestellt. Vorherrschend sind Periklinzwillinge. Die optischen Eigenschaften stimmen, soweit sich aus diesen Schliffen feststellen ließ, vollkommen mit dem bisher Bekannten überein.

Der Glimmer wurde von Löbisch (68) analysiert:

SiO_2	..48·76%
Al_2O_3	..29·91
Fe_2O_3.	4·24
FeO.	0·41
MgO	2·63
CaO.	0·33
K_2O	6·83
Na_2O	2·31
H_2O	4·60

Tschermak hat ihn krystallographisch und optisch untersucht (90). Der Kieselsäuregehalt ist für gewöhnlichen Muskowit zu hoch, Tschermak nannte solche Glimmerarten »Phengit«. Er tritt in großen, krystallographisch wohlbegrenzten Paketen auf. In Spaltblättchen farblos, in dickeren Krystallen tombakbraun, wodurch er eine oberflächliche Ähnlichkeit mit Biotit erhält.

Der Quarz tritt in den echten Pegmatiten ganz zurück und füllt nur, ohne eigene Krystallform, einige Zwickel aus.

Der Zirkon wurde von Seeland entdeckt und beschrieben (110). Er ist so selten, daß es mir nicht gelang, ihn draußen wieder zu finden, ich konnte aber Stücke aus Wiener Sammlungen und aus Klagenfurt sehen. Es sind sehr kleine, nur wenige Millimeter lange tetragonale Prismen, an heiden Enden durch Pyramidenflächen begrenzt. Gelegentlich auch nur rundliche Körner, meist im Feldspat eingewachsen. Zur Untersuchung auf Radioaktivität wurde ein schöner Krystall aus der Sammlung Seeland monatelang auf eine photographische Platte einwirken gelassen, leider ohne den geringsten Erfolg.

Das Titanmineral ist metallisch aussehend mit schwarzroter Färbung und dunkelorangegelbem (kreß) Strich. Ti wurde qualitativ nachgewiesen. Es tritt teils in länglichen Plättchen, teils in Säulchen auf, beide in der Längsrichtung stark gerieft. Mit Vorliebe auf Zoisit aufgewachsen, liegt aber gelegentlich auch frei im Feldspat. Die ganze Tracht spricht mehr für Brookit, denn die Rutile aus den analogen Gängen von Modriach sehen ganz anders aus.

Der Zoisit ist ein sehr wesentlicher Gemengteil. Er ist in sehr langen, aber flachen Prismen ausgebildet, ohne Endflächen, Die beiden Prismenflächen zeigen starke Riefung, stellenweise geradezu einspringende Winkel. Ein Schliff (S 191) parallel der Endfläche, nach welcher die Abplattung stattfindet, gibt den Austritt der Mittellinie α, gerade Auslöschung. Achsenebene normal auf die Spaltrisse, also sogenannter β-Zoisit.[1] Die Farbe ist ein schmutzig gelbstichiges Grün. Die einzelnen Prismen werden bis 8 *cm* lang, wobei sie aber ganz flach bleiben. Daneben finden sich kleine, in »Weckenform«, die kreuz und quer, dicht gedrängt, das ganze Gestein durchsetzen. Nachdem das Nebengestein, ein Eklogitamphibolit, sehr reich an Zoisit ist, ist es sehr wahrscheinlich, das dieses Mineral dem Pegmatit ursprünglich fremd ist und eben aus Eklogiten in der Tiefe herausgelöst wurde.[2]

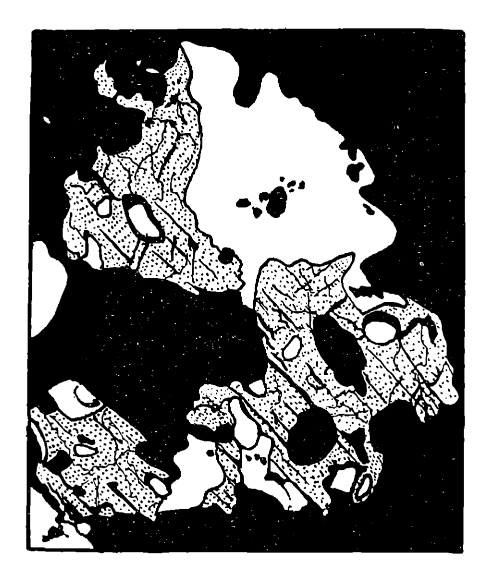


Fig. 3.

Erz vom selben Fundort wie in Fig. 1. Dünnschliff, 45fach linear vergrößert. Ein Hornblende-Individuum (gepunktet) ist teils durch Quarz (weiß), teils durch Kies (schwarz) verdrängt. Der Quarz ist seinerseits wieder durch Kies verdrängt. Umzeichnung einer Mikrophotographie bei Granigg l. c., Taf. VII, Fig. 3.

Sicher fremder Gast ist die Hornblende, die an den Rändern gegen den Eklogit auftritt.

Als wichtiger Unterschied gegenüber den alten Pegmatiten sei das Fehlen von Turmalin hervorgehoben.

Die Quarz-Feldspat-Gänge sind dadurch gekennzeichnet, daß sie gelegentlich als Mischung von aplitischem Mineralbestand, aber pegmatitischer Tracht

---

[1] Dieser entspricht, wie F. Becke gezeigt hat (in Doelter's Handbuch d. Mineralchemie, *2*, 1. Hälfte, p. 23 f.), durchaus nicht einer eigenen Varietät, sondern ist die optische Erscheinungsform der eisenreicheren Mischungsglieder der Zoisite. Es mag hier darauf hingewiesen werden, daß sich in den Eklogiten meines Gebietes beide »Arten« von Zoisiten, auch im selben Schliff nebeneinander, finden, ja selbst zonar am selben Individuum, so daß Unterschiede im Chemismus angenommen werden müssen.

[2] Einen Beweis hiefür sehe ich darin, daß diese großen Zoisite nur dort vorkommen, wo die Pegmatite Eklogit durchsetzen. Auf Gängen in Glimmerschiefer usw. fehlen sie oder sind höchstens in winzigen Körnchen vertreten.

vorkommen, meist aber in einer andern Ausbildung, nämlich als symmetrische Gangfüllung, wobei immer der Feldspat an das Nebengestein grenzt, Salbänder bildet, während der Quarz die Mitte füllt. Auch wo sich der Gang zertrümert oder Brocken des Nebengesteins umschließt, wird der Quarz immer durch ein Feldspatband vom Nebengestein getrennt. Ich bilde den schönsten dieser Gänge in Fig. 4 ab. Er ist sehr groß, die Quarzmasse mißt im unteren Teil durchschnittlich $1^1/_2$ *m*, die Salbänder sind 20 bis 25 *cm* breit.

Der Feldspat ist derselbe saure Plagioklas wie vorhin. Er enthält kleine Krystalle von Quarz, bis zu Haselnußgröße. Es sind deutlich entwickelte sechsseitige Doppelpyramiden, bei denen die Prismenflächen stark zurücktreten. Die Flächen sind nicht sehr scharf, sondern korrodiert und die Kanten gerundet. Vielleicht könnte eine genauere krystallographische Untersuchung (Ätzung?) entscheiden, ob α- oder β-Quarz vorliegt, was zu wissen natürlich für die Beurteilung der Entstehungstemperatur dieser Gänge sehr wünschenswert wäre. Das Ganginnere ist von derbem Quarz erfüllt, der nur gelegentlich Andeutungen von Krystallform erkennen läßt.

Die reinen Quarzgänge sind das letzte Endglied der pegmatitischen Stofförderung. Sie bestehen vielfach aus derbem, milchweißem Quarz, im Gradisch und an anderen Punkten (St. Anna ob Schwanberg), aber auch offene Klüfte mit herrlichen großen wasserklaren Bergkrystallen. Stücke von $^1/_2$ *m* Länge scheinen früher nicht selten gewesen zu sein. Oft sind schöne Prismen entwickelt, dann wieder nur größere Massen, die gegen die Kluftöffnung zu ihre »Köpfe«, dicht aneinander gedrängt, zeigen. Diese Quarzgänge sind unglaublich rein (Analysen ergaben $99 \cdot 5^0/_0$ SiO_2) und dies ist ja auch der Grund dafür, daß sich die Glashütte von St. Vinzenz trotz ihrer abseitigen Lage so lange Zeit hindurch halten konnte.

Wir sehen also an diesem Beispiel der Gänge vom Gradisch eine deutliche Reihung, ein Abklingen der Pneumatolyse. Die eigentlichen Pegmatite haben noch viele Übergemengteile, haben Titanverbindungen, konnten Zoisit (natürlich auch Hornblende) dem Nebengestein entführen. Schon die Quarz-Feldspat-Gänge führen keinen Zoisit mehr, keinen Glimmer, nur mehr Hornblende konnten sie etwas umkrystallisieren.

Ferner zeigen sie deutlich eine Entwicklung von den Kluftwänden aus, zuerst den Feldspat mit untergeordneten Quarzkrystallen, dann erst die Quarzmasse.

Vielleicht darf man auch in der Tracht der Quarze den Ausdruck der Temperatur- und Stoffänderung sehen: die xenomorphen Körner in den Pegmatiten sensu stricto, die Porphyrquarze in den Quarz-Feldspat-Gängen und die Bergkrystalle in den reinen Quarzgängen.

Trotz der Verschiedenheit in der Ausbildung müssen wir diese Gänge für gleich alt halten, weil die allgemeine geologische Voraussetzung, die Klüfte, die gleichen sind. Pegmatite und Gangquarz können ja sogar auf ein und derselben Spalte auftreten (vgl. G. Bodenbender, in Bollet. Acad. Nac. de Cienc. de Cordoba, *16*, 1900, p. 606).

Es wurden vorhin Kontakterscheinungen erwähnt. Sie beschränken sich, soweit mit freiem Auge sichtbar, darauf, daß etwas Feldspat und Quarz in die Intergranularen des Nebengesteins (Eklogitamphibolit) eindringt und die Körnchen teilweise auflöst. Unweit der Grenze krystallisieren dann im Gangmaterial die Hornblenden wieder aus. Während sie im Eklogit wenige Millimeter groß waren, sind diese umkrystallisierten bis zu 2 *cm* groß. Im Dünnschliff (S 185, 187) sieht man zunächst die Korrosionsformen der Hornblende, welche die randliche Auflösung der Körner beweisen. Ich werde, wenn möglich, diese Schliffe zusammen mit andern Injektionsbildern in Koralpe VII abbilden. Die Feldspate sind deutlich basischer geworden, mit 22 bis $24^0/_0$ An gegen $15^0/_0$ der im Pegmatit.

Die vorhin beschriebene Regelmäßigkeit, daß der Injektionsquarz nie unmittelbar an das Nebengestein grenzt, findet sich hier in mikroskopischen Ausmaßen wieder. Die Quarzkörner sind von der Hornblende immer durch ein schmales

Band von Plagioklas getrennt. Die Durchtränkung erfolgt derart, daß auch Körner, die scheinbar, wenigstens im Schnitt des Schliffes, nicht zusammengehören, einheitliche optische Orientierung haben, also einem und demselben Krystallindividuum angehören.

Diese hier vom Gradisch besprochenen Gangbildungen haben eine riesige Verbreitung im ganzen Koralpengebiet und auch in anderen Krystallinteilen, die genetisch dazu gehören, z. B. im Gutensteiner Krystallin.

Immer sind es saigere Gänge und immer streichen sie NO—SW. Der Mineralbestand wechselt, eigentliche Pegmatite (also mit Glimmer) sind selten, Quarz-Feldspat-Gänge häufiger, weitaus vorherschend die reinen Quarzgänge.

Ich führe hier noch einige Beispiele an:

Einen Quarz-Feldspat-Gang, der in der Lavantenge nördlich St. Gertraud in einem Marmor aufsetzt und schöne Kontaktbildungen erzeugt hat, habe ich in Koralpe V, p. 105, beschrieben. Schöne Quergriffe in Eklogit fand ich im Pflanzbruch bei Mautnereck (siehe Koralpe VII), ferner in dem großen Eklogitsteinbruch beim Engelweingarten ober Stainz. Hier sind es Quarz-Feldspat-Gänge, ohne Übergemengteile, aber mit Putzen umkrystallisierter Hornblende. Auch sie streichen nordöstlich, stehen teils saiger, teils benützen sie schiefstehende Schieferungsflächen im Eklogit als Weg. Von Gängen in Glimmerschiefer möchte ich einen erwähnen, der nordöstlich von Freyland liegt. Er läßt sich aus dem Graben der Laßnitz (von der Endstation der Waldbahn) über 1 *km* gegen NO verfolgen, über die Höhe (Mitterspiel) bis in den Wildbachgraben hinunter. 500 *m* nordwestlich der Kirche von Freyland ist er als Mauer herausgewittert (»Frauenofen«). Ein sehr mächtiger Quarzgang, der in den siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts abgebaut wurde, liegt in der Gegend »Oberwald« im Oberlauf des Waldschmiedgrabens (4 *km* südwestlich von Ligist). Deutlicher Quergriff, bisher aufgeschlossene Mächtigkeit 10 *m*, doch ist er noch breiter. Er hat wieder das übliche Streichen und fällt mit 80° gegen SO. An einzelnen Stellen sind sulfidische Fe- und Cu-Erze angesiedelt, die jedenfalls die Güte des Quarzes herabsetzen. Auch diesen Gang konnte ich zirka 750 *m* gegen NO verfolgen.

Sehr wichtig waren einst die Quarz-Feldspat-Gänge im Raum von Modriach. Ich muß betonen, daß es nach den spärlichen Aufschlüssen, die heute noch bestehen, nicht immer ganz sicher ist, daß Quergriffe vorliegen, doch sprechen viele Beobachtungen dafür. Diese Gänge wurden hauptsächlich am Rücken und am Südhang des Herzogberges abgebaut. Ich nenne hier nur den »Ebenlöcker Bruch«, den »Reinischbruch«, die alten Gruben bei den Gehöften Sausaler, Spengerthoma, Schillingpartl, Gratzjirgl. Der Quarz wurde in Köflach und Voitsberg zu Glas verschmolzen, der Feldspat in der Eisenhütte Pichling als Zuschlag verwendet. Ein besonderes mineralogisches Interesse erwecken diese Gänge durch den außerordentlichen Reichtum an schönen Rutilkrystallen, die in allen Sammlungen vertreten sind und mehrfach mineralogisch untersucht worden sind (49, 111, 112, 113, 120). Solche Rutile sind übrigens auch aus Quarzbrüchen der Umgebung von Ligist bekannt. Rolle erwähnt Rutil und hellgrünen Apatit von Quarzgängen bei Osterwitz (Jb. *7*, 1856, p. 231). Ein sehr schöner, rein weißer Quarzgang liegt nördlich des Großen Kares, »am Sprung«; er streicht wieder nordöstlich und fällt steil gegen NW.

Es ist unmöglich, die zahllosen Quarzgänge des Koralpengebietes, von denen viele in früheren Zeiten Gegenstand des Abbaues waren, anzuführen. Überall findet man ja die alten Pingen, vielfach deuten Gebäude und Ortsnamen (»Glashütten«!) auf die alten Glasöfen.

Auch im Stub- und Gleinalmgebiet finden sich Quergriffe und darunter solche mit Nordoststreichen. Ob sie dort ebenso vorherrschen wie im Koralpengebiet, ist mir nicht bekannt.

Jedenfalls ergibt sich, daß die mit den jungen Gängen erfüllten Nordostklüfte eine ganz große regionale Erscheinung sind.

Zusammenfassung: Die jungen Gänge streichen NO—SW, stehen saiger. Ihr Mineralbestand (Oligoklasalbit, Quarz, Muskowit-akzessorien) belegt das Ausklingen der pegmatitischen Phase. Eigentliche Pegmatite (mit Glimmer) selten, häufig Quarz-Feldspat-Gänge und reine Quarzgänge. Die vielen Gemeinsamkeiten sprechen für gleiches Alter.

2. Pegmatitgneise.

Darunter verstehe ich die konkordant eingelagerten Pegmatite, die eine mehr oder minder deutliche Schieferung aufweisen. Aus der Fülle des Materiales greife ich einige wenige Beispiele aus den verschiedensten Teilen der Koralpe heraus und ordne sie nach zunehmender Schieferung:

Pegmatit (Schriftgranit) westlich Schwanberg.

Westlich Schwanberg, hinter der Holzstiftenfabrik. Makroskopisch typischer Schriftgranit. Im Schliff (S 184) leicht verglimmerte Feldspate (Albit mit inversem Zonenbau), postkrystalline Verbiegungen. Keine merkliche Schieferung (Tafel I, Fig. 1).

Pegmatitgneis Steinschneiderkogel.

Wenige Meter unter den Gneisen des Koralpengipfels (P. 2141) zieht ein mächtiges Band von Pegmatitgneis durch, das sich nach NW bis zum Steinschneiderkogel (P. 2070) verfolgen läßt. Keine ausgesprochene Schieferung, aber schon mit freiem Auge lebhafte Zertrümmerung zu erkennen. Vorherrschend haselnußgroße Feldspate, mit Quarzeinlagen in schriftgranitischer Verwachsung. Dazwischen ein kleinkörniges Gemenge von Quarz, Feldspat, Turmalin und sehr wenigen Muskowitschüppchen. Kleine Granatkörnchen, selten.

Im Schliff (S 188) tintenblaue Turmaline mit Korrosionsbuchten und Zonenbau. In Schnitten // der Achse geht der Pleochroismus von blau (ω) fast bis zur Farblosigkeit (ε) herunter. Die großen Feldspate teils Kalifeldspat mit Perthiten, teils Albit (8% An) mit Antiperthit. Inverser Zonenbau. In der Hülle verschwindet die Zwillingsstreifung. Beide Feldspate von winzigen Glimmern erfüllt. Die Turmaline in Glimmer eingewickelt. Quarz auch in einzelnen größeren Körnern, alles andere feines Zerreibsel von Quarz, Feldspat, Turmalin (Tafel I, Fig. 3).

Pegmatitgneis Sauerbrunngraben bei Stainz.

Intrusiv in Marmor. Neuerdings auch von Machatschki (131) beschrieben. Er fand Kalifeldspat und Albit (mit 11% An), zonar gebauten Turmalin (Analyse l. c. p. 248). Auch er hält die Feldspate für proterogene Reste.

Pegmatitgneis Laßnitzgraben.

An der neuen Waldbahn, beim oberen Tunnel (südlich P. 759). Das auffallendste große Körner von violettrotem Granat, der nach Machatschki's Analyse (131) auffallend viel Mangan, nämlich 11·7% Spessartin enthält. Vgl. dazu auch Heritsch, Chem. der Granaten (132). Machatschki's Beschreibung stimmt mit meinem Schliff (S 321) vollkommen überein. Starke Durchbewegung, große Feldspatkörner in Mörtelkränzen. Einzelne Scherflächen mit Muskowitbesteg. Vorherrschend große Kalifeldspate, zum Teil mit flauer Mikroklingitterung. Einschlüsse von Muskowit, Apatit. Plagioklas nach meinem Schliff 15% An, nach Machatschki's Analyse 14%. Er fand auch Einlagerungen von Antiperthit. In dem kataklastischen Grundgewebe winzige Mikrolithen, die Machatschki für Sillimanit hält. Ferner Lagen von kleinkörnigem Disthen, ebenfalls mit Mikrolithen (Sillimanit?) Turmalin zonar, Kern blaugrau, Hülle braun.

Aplitgneis Laßnitzgraben.

Wenig oberhalb des vorigen Fundortes tritt der Glimmergehalt im Pegmatit makroskopisch vollkommen zurück. Durch einzelne, sehr dünne Quarzlagen erhält das sonst gleichmäßig feinkörnige Gestein eine feine Streifung. Auch Turmalin in parallelen Lagen zu winzigen Körnchen zermalmt, nur spärlich Reste größerer Krystalle.

Im Schliff (S 186) das Ganze zu einem einheitlichen Kornbrei (durchschnittlich 0·3 *mm*) zermalmt. Die Turmaline wieder tintenblau, zum Teil zonar, aber umgekehrt wie beim vorigen Gesfein, nämlich Kern braun, Hülle blaugrau. Rundliche Korrosionsbuchten. Die Feldspate sind noch am größten erhalten. Mikroklin mit deutlicher Gitterung und reiner Albit. Muskowit in kleinen Schüppchen von 0·3 bis 0·6 *mm* Größe (Tafel I, Fig. 4).

Pegmatitgneis Brandl.

Ganz ähnlich dem vom Laßnitzgraben (S 321). Im Schliff (S 148) wieder Reliktkörner in Mörtelkränzen. Mikroklin mit Perthitlamellen und unbestimmbaren Mikrolithen, winzige Albitkörner. Biotit stark zerstoßen. Granat. Quarz großenteils nach Trener geregelt. Zerreibungszonen von Disthen.

Pegmatitgneis Wiel.

Auf dem Weg, der von St. Katharina (Wiel) auf die Brendlhütte führt, in 1210 *m* Höhe (750 *m* südlich P. 1319). Sehr stark verschiefert. Scherflächen mit Muskowitbestegen, diese zu langen Strähnen ausgezogen. Die postkrystalline Deformation der Glimmer schon mit freiem Auge deutlich erkennbar. Unmittelbar südlich vom Pegmatit verläuft eine jungalpine Störung, die die Glimmerschiefer in schwarze Mylonite verwandelt hat. Kleinkörniges Quarz-Feldspat-Gemenge im Pegmatit.

Im Schliff (S 189) Granat in zersprungenen Körnchen, die Sprünge mit Quarz ausgeheilt. Muskowit mit stark verbogenen Lamellen. Kein Turmalin. Feldspate durch Deformationsverglimmerung getrübt. Enthalten Quarz in schriftgranitischer Verwachsung. Kalifeldspat mit Perthit und Albit mit Antiperthit. Alle Minerale undulös auslöschend.

Das Gestein ist also ein feinkörniger Mylonit.

Pegmatitgneis Hartner-Steinbruch bei Schwanberg.

Marmor mit Pegmatit durchtränkt, in Koralpe V, p. 106, näher beschrieben. Hier nur des Berylls wegen erwähnt (einige Zentimeter große, klare, gelbgrüne Krystalle, n = 1·77; neben Be noch seltene Erden). Kalifeldspat, Oligoklas.

Machatschki hat (131) vom Gößnitzrücken bei Köflach aus einem verwitterten Pegmatit einen schönen Beryllkrystall beschrieben.

Zusammenfassung: Wir sehen also als gemeinsame Merkmale: Kalifeldspat mit Perthit, Albit (0—8$^0/_0$ An) mit Antiperthit, sehr wenig Glimmer, blauer Turmalin, selten Disthen, Granat (dieser wohl aus Stoffen des Nebengesteins gebildet), Apatit, Beryll. Die Mikrolithen sind meist nicht sicher bestimmbar, jedenfalls meist pathogene Gemengteile (Entmischungen). Die großen Feldspate sind Relikte aus dem frischen Pegmatit.

Dem Gefüge nach sind diese Pegmatite eher als Mylonite denn als Gneise zu bezeichnen. Nur dem Zusammenhang mit den Gneisen zuliebe stelle ich sie auch petrographisch dazu. Den Grund für die unzureichende Verschieferung sehe ich im Mangel an Glimmer oder anderen schieferholden Mineralien.

Quarzlagen.

Im Anschluß an die Pegmatitgneise müssen auch noch die Quarzlagen erwähnt werden, die zum Teil wenigstens sicher Injektionsmaterial sind. Bemerkenswert sind sie durch den Gehalt an Andalusit, der in Form von Disthenparamorphosen erhalten ist. Ich habe diese Bildungen in einer eigenen Arbeit (133) ausführlich beschrieben.

3. Injektionsmaterial.

(Vgl. Übersicht p. 126.)

Es gibt kein Gestein in der Koralpe, das von der pegmatitischen Durchtränkung verschont geblieben wäre. Die zugeführten Mengen sind ungeheuer groß und dürften, wenigstens in den unteren Teilen des Altkrystallins, mit einem Drittel der gesamten Gesteinsmasse nicht zu hoch veranschlagt sein.

Einige Gründe für die Injektionsnatur der Feldspat-Quarz-Massen:

1. Direkter Zusammenhang und Übergang der Injektionslagen größere Pegmatitgneise.
2. Menge des Feldspates, mit Eklogiten und Marmoren unvereinbar, aber auch für die Paragesteine viel zu hoch, wenn nicht alles Arkosen gewesen sein sollten.
3. Gefügeänderung durch die Injektion: Injektionsmetamorphose mit sehr bezeichnenden Texturen, z. B. »Entschieferung«.
4. Durchtränkung der Gesteine mit Turmalin Menge, die aus dem Ausgangssediment nicht abgeleitet werden kann.
5. Struktur und Mineralbestand der Injektionslagen den Plattengneisen, die nichts anderes als kleine Pegmatite sind.
6. Örtliche Umschmelzungen und andere Kontaktwirkungen, besonders sinnfällig an den Eklogiten.

a) Injektion in Gneis und Glimmerschiefer.

Wie in den Vorberichten mehrfach auseinandergesetzt, tritt die Injektion in zwei verschiedenen Formen auf, einerseits in einer lagenweisen, anderseits in einer diffusen Durchtränkung. Die erste führt zur Bildung der »Plattengneise«, die zweite zu den »struppigen Injektionsglimmerschiefern« (in den ersten Berichten »Normalglimmerschiefer« genannt). Genaueres darüber in Koralpe VIII.

An vielen Schliffen wurde festgestellt:

Die Plattengneise haben meist Kalifeldspat, immer Albit-Oligoklas, Durchschnitt 8 % An. Die Glimmerschiefer dagegen haben keinen Kalifeldspat und basischen Oligoklas mit 28 % An. Stark diaphthoritische Typen gehen sekundär bis auf 18 % herunter, was zu normalem Zonenbau führt (Kern 27 %, Hülle 18 %). Stärker umkrystallisierte Gesteine haben ganz neue Feldspate, mit inversem Zonenbau (Kern 18 %, Hülle 20 % An).

Die Unterschiede in den Feldspaten sind ziemlich scharf. Zwischenwerte fehlen so gut wie vollkommen. Woher der Unterschied? Mit Differentiationsvorgängen richtet man hier nichts aus. Bei Gesteinen mit einem so enormen Quarzgehalt kann man nicht von einem stärkeren oder schwächeren Säuregrad sprechen. Gerade die Glimmerschiefer mit den basischen Plagioklasen gehen oft in Quarzite über. Bleiben zwei restliche Möglichkeiten:

α) zwei verschiedene Injektionen mit abweichendem Chemismus;

β) verschiedene Reaktion derselben Injektionsstoffe mit dem Wirtsgestein.

α) Wenn eine saure (8% An) und eine basische (30%) Injektion vorläge, so müßte allen Erfahrungsregeln nach die basische die ältere sein. So ergäbe sich das Dilemma, daß die jüngeren Glimmerschiefer die ältere Injektion enthielten und umgekehrt die alten Gneise die jüngere.

Im Falle zweier Injektionen müßten sich die Zuführungszonen (die sicher keine engen »Schlote« waren) doch irgendwie durchdringen. Dann wäre die stratigraphisch ganz gute Abtrennung von Gneis und Glimmerschiefer unverständlich.

Die sauren Injektionslagen sind durch alle Übergänge mit den mächtigen Pegmatitgneisen verbunden, die ebenfalls achtprozentigen Plagioklas und Kalifeldspat führen. Wo wären die zur basischen Injektion gehörigen Pegmatite mit 30prozentigen Feldspaten? Im Gegenteil, Pegmatitgneise mitten im Glimmerschiefer (z. B. S 189) haben ebenfalls den sauren Oligoklas.

Es folgt daraus, daß die Annahme zweier verschiedener Injektionen nicht zur Erklärung der Tatsachen führt, daß vielmehr nur eine (mit Kalifeldspat und Albit-Oligoklas) vorhanden ist. Damit soll natürlich nicht ein einmaliger, kurzer Injektionsvorgang behauptet werden. Im Gegenteil, die Durchtränkung hat sicher sehr lange gedauert, was ja schon durch den Übergang zu den Quergriffen ausgedrückt ist. Es bleibt also nur

β) Aufnahme von Stoffen aus dem Wirtsgestein. Wie gesagt, ist die allgemeine Azidität dieser hybriden Gesteine petrographisch belanglos, weil auf jeden Fall ein enormer SiO_2-Überschuß da ist. Es kommt also nur auf Tonerde, Alkalien und Kalk an. Die erstere ist bei diesen Paragesteinen ebenfalls immer in solcher Menge da, daß für die Feldspate keine Sorge besteht. Übrigens ist der relative Unterschied der Tonerde in beiden Feldspaten belanglos klein. Außerdem bleibt die Tonerde wie die andern »unlöslichen« Stoffe (Mg, Fe) bei Stoffwanderungen ziemlich unberührt (vgl. Becke in T. M. P. M. *36*, 1923, p. 32). Über die Rolle der Alkalien weiß ich für den vorliegenden Fall nichts zu sagen, außer daß natürlich der Kalifeldspat des Pegmatits zu Muskowitbildung verwendet wird. Jedenfalls aber nimmt die Injektionsmasse Kalk auf, wie es ja bei der Injektion in Marmor besonders deutlich verfolgt werden konnte.

Aus vielen Gründen schließe ich, daß die Glimmerschiefer ein primär kalkreicheres Sediment waren (beziehungsweise schon dessen metamorpher Abkömmling) als die Plattengneise. Analogie mit der Schichtenfolge im großen: Die Gneise führen überhaupt keinen Marmor, sondern nur die Glimmerschiefer.

b) Injektion in Eklogiten.

Genaueres über die Injektionstexturen, die gerade bei diesen Gesteinen deutlich entwickelt sind, in Koralpe VII. Hier nur Feldspatstatistik:

Durchschnitt 25% An, auffallenderweise in einigen stark injizierten Stücken neben diesem Plagioklas noch Kalifeldspat erhalten (S 158, 168). Nur selten steigt An-Gehalt über 30%. Zonenbau invers (Kern sauer), aber die Unterschiede zwischen Kern und Hülle nur wenige Prozent. Auch hier also sind die injizierten Plagioklase um zirka 17% basischer geworden, der Kalifeldspat größtenteils verschwunden.

c) Injektion in Marmor.

Kalifeldspat bleibt erhalten, Plagioklas ein in den vorliegenden Schliffen nicht näher bestimmbarer Oligoklas (vielfache Reaktionsbildungen siehe Koralpe II und V). Ich versuche eine übersichtliche Darstellung:

Feldspatstatistik.

	Orthogestein selbst	Injektionen in und Reaktionen mit				
		Marmor	Eklogit	Gneis	Glimmerschiefer	Diaphthorit
Pegmatitgneis	S 148, 184, 186, 188, 189, 321	S 134, 143, 144, 161, 167	S 42, 86, 133, 139, 149, 150, 151, 158, 168, 173, 195, 313, 315, 317, 327, 335, 336	S 10, 11, 45, 48, 135, 157, 196, 346	S 9, 12, 19, 22, 28, 36, 46, 65, 128, 132, 145, 147, 159, 166, 169, 172, 175, 176, 181, 182, 328, 332	S 24 (46), 67, 180, 190 (328)
	Mikroklin Albit bis 14%	Kalifeldspat Oligoklas	Oligoklas 25%	Kalifeldspat Albit 8%	Oligoklas 28%	Oligoklas 18%
Quergriffe	S 70, 71, 192, 343	S 343	S 185, 187	—	—	—
	Oligoklas 15% Albit	Oligoklas 28%	Oligoklas 23%	—	—	—

4. Pegmatitdiaphthorite.

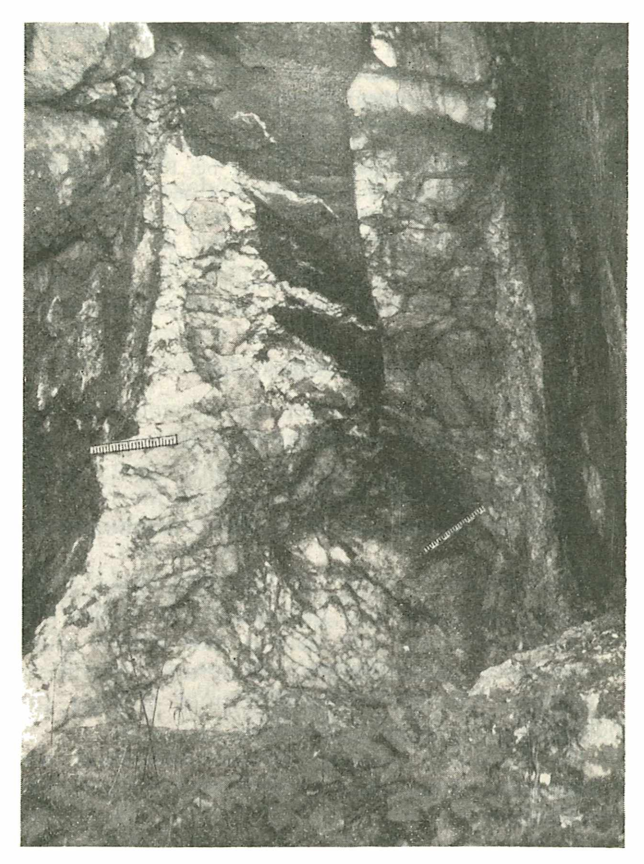
Über diese plattigen Quarzite, die ich für Pegmatitdiaphthorite halte, habe ich bereits Koralpe I, p. 27, genügend berichtet. Vorherrschend ist (S 24, 67, 190) Quarz und Albit, ein Brei von winzigen Körnchen, eingebettet in Glimmerstreifen. Turmalin und Zirkon bestärken den Verdacht der pegmatitischen Herkunft. Ferner Biotit, Chlorit, Epidot, Titanit usw. (Tafel I, Fig. 5 und 6).

5. Erzinjektionen.

Als Vertreter sei die wichtigste Lagerstätte, Lamprechtsberg ober Ettendorf im Lavanttale, näher beschrieben, die weiteren nur kurz:

Lagerstätte am Westhang der Koralpe, östlich von Ettendorf, in 1040 *m*. Sie wurde seinerzeit auf Kupferkies bebaut, kam 1782 zur Stillegung; später wurden wiederholt Versuche einer Wiederaufgewältigung unternommen, doch scheinen die Cu-reichen Teile schon ausgebaut zu sein. Eine solche Abbauperiode fiel in die achziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts, ein letzter Versuch 1918. Herrschend Magnetkies, daneben Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende. Erste Beschreibung bei Zepharovich 1883 (124). Später bringt Granigg (123) einzelne Bilder mit Erläuterungen, als Beispiele für Verdrängungsprozesse. Bezeichnend ist, daß das Erz ohne Gangart unmittelbar in das Wirtsgestein, einen leicht diaphthoritischen Glimmerschiefer, eindringt (Typus Bodenmais). Auf Granigg's Bildern sieht man sehr schön, wie das Erz zwischen die einzelnen Mineralkörner eindringt, mit Bevorzugung des leichtesten Weges, der Spaltrisse. Hornblende wird von Quarz und dieser selbst von Erz verdrängt. Ich gebe hier drei von Granigg's Bildern wieder (Fig. 1—3). Es bilden sich auch Reaktionssäume, so Granat an der Grenze Feldspat-Erz und Muskowit-Erz. Herrn Hofrat Dr. R. Canaval verdanke ich eine

Reihe von Handstücken und Dünnschliffen. Das Wirtsgestein ist der gewöhnliche struppige Injektionsglimmerschiefer, schon ziemlich stark diaphthoritisiert. Am Kontakt gegen das Erz Hornfelszonen von mehreren Zentimetern Breite, in denen Granat angereichert ist. Auch Marmorstücke, mit entsprechenden Reaktionszonen, liegen vor. Aus dem Unterbaue stammen Pegmatite mit grobspätigen Feldspaten, ähnlich denen des Gradischkogels. An Klüften im Feldspat ist kiesiges Erz eingedrungen: die Vererzung ist also wohl etwas jünger als die junge Ganggruppe,



Autor phot.

Fig. 4.

Quarzfeldspatgang vom Gradischkogel bei St. Vinzenz. Das dunkle Nebengestein ist Eklogitamphibolit. Die hellweißen Teile an der Grenze sind Feldspat, die dunkleren Füllungen dichter Quarz. Die beiden Maßstäbe je 50 *cm* lang.

wenn auch im großen gleich alt. Die Schliffe (S 193, 194) zeigen dieselben Korrosionserscheinungen, wie sie Granigg beschrieben hat. Biotit oft durch ein schwarzes opakes Erz umsäumt, auch der Granat enthält Flitter desselben Erzes. Beide Glimmer sind stellenweise chloritisiert. Quarz teils primär, teils deutlich als Injektion mit rundlichen Korrosionsrändern. Plagioklas mit 24% An (normale Zonenstruktur), Zoisit, Titanit, Karbonat.

Die Lagerstätte besteht, soweit sich aus den unzureichenden Aufschlüssen vermuten läßt, aus zwei NW—SE streichenden Linsen, welche gegeneinander

einfallen, sich also wahrscheinlich in der Tiefe vereinigen. Auf die bergmännischen Einzelheiten und die Erzanalysen will ich hier nicht näher eingehen.

Ähnliche sulfidreiche Lagerstätten finden sich in der ganzen Diaphthoritzone der südlichen Koralpe. Ein alter Cu-Bergbau liegt im Feistritzgraben, im Talzwiesel bei der Einmündung des Wildbachgrabens. Das Wirtsgestein ist ein Uralitschiefer (Amphibolitdiaphthorit). Der Bergbau wurde 1866 verliehen. Die Erze traten in zwei 30 bis 40° östlich einfallenden Gängen auf, die angeblich zirka 1 *m* mächtig waren. Kalkhaltiger Kupferkies, welcher teils derb, teils eingesprengt ist (Statistische Nachweisungen des Ackerbauministeriums vom Jahre 1866).

Eine Fortsetzung dieses Erzlagers wurde auch im Wölkergraben (der beim Mohrenhof, 2 *km* westlich Trofin, in die Drau mündet) beschürft.

Im Tal des Radlbaches, zirka 1½ *km* nördlich seiner Einmündung in das Drautal, ist auf der rechten (westlichen) Talseite ein alter Stollen erhalten, vielleicht noch aus der Römerzeit (starke Versinterung der Ulmen). Wirtsgestein: schmutziggelber Serizitquarzit (vielleicht Pegmatitdiaphthorit). Erz: Kiese.

Ein größeres Vorkommen liegt am Offberg bei Fresen. Hauptsächlich Bleiglanz und Kupferkies (vgl. Rolle, Jb. *8*, 1857, p. 274 und Sigmund, *136*, p. 145). Wirtsgestein: diaphthoritischer Glimmerschiefer. Der Bleiglanz hat hohen Silbergehalt. (In der montanistischen Literatur geht dieser Bergbau auch unter dem Namen »Diviak«, »Drauwald« und »St. Oswald i. Drautal«).

Die sulfidarme Gruppe ist durch Waldenstein vertreten. Im Hinblick auf die älteren Beschreibungen (122, 125, 126) sind weitere Einzelheiten überflüssig.

Zusammenfassung.

Die auf p. 129 gestellten Fragen lassen sich nun beantworten:

1. Der Mineralbestand der Pegmatite und der Injektionslagen ist ursprünglich der gleiche (typisch Kalifeldspat und Albit mit 8% An). In Glimmerschiefer, Amphibolit und Marmor steigt durch Ca-Aufnahme der An-Gehalt auf 27%, bei Verschwinden des Kalifeldspats.

2. Die Pegmatitgneise und die Injektionslagen sind chemisch und mineralogisch identisch und nur durch die Größe verschieden.

3. Die Durchbewegung hat sich in den extrem glimmerarmen Pegmatiten mangels schieferholder Minerale eigentlich nur in Kataklase geäußert. Kleinere Feldspattrümmer werden umkrystallisiert und bekommen inversen Zonenbau.

4. Die Wirtsgesteine werden hybrid, und zwar am meisten die Gneise und Glimmerschiefer. In letzteren weitgehende Gefügeänderung (Injektionsmetamorphose). In Eklogiten lokales Umkrystallisieren der Hornblenden, Auflösen von Zoisit und Granat.

5. Pegmatite selbst in größeren Bänken unverändert, in kleinen Lagen die unter Punkt 1 angeführte Stoffaufnahme.

6. Die junge Ganggruppe hat etwas weniger saure Plagioklase (15%, vielleicht schon hybrid) und keinen Kalifeldspat mehr. Ausklingen der pegmatitischen in die hydrothermale Phase. Lokale Reaktionsbildungen.

7. Diaphthorese erzeugt aus Pegmatiten dünnplattige Quarzite (wobei die Feldspate wahrscheinlich ziemlich gleichbleiben). Die Plagioklase der Glimmerschiefer werden von 28 auf 18% An heruntergebracht. Neu entstehende Krystalle inverser Zonenbau.

Anhang.

Andere Ganggesteine im Koralpengebiet.

Es fanden sich keine basischen Gänge, die ein Komplement zu den sauren darstellen würden. Diese basischen Differentiationsstoffe sind in der Tiefe geblieben.

Aus dem Fraßtal hatte Egenter angebliche Minetten beschrieben. Meine Untersuchung (Koralpe V) hat ergeben, daß dies Hornblendegneise sind. Aus dem Triasdolomit des Burgstallkogels bei Lavamünd habe ich einen Quarzdioritporphyrit beschrieben (Koralpe I, p. 35). Er gehört zu dem Ganggefolge der ausgedehnten Porphyrite (Dazite nach Heritsch) des Bachern-Karawanken-Grenzgebietes und ist nur durch die Wanderung der kleinen Deckscholle tektonisch so weit nach N gekommen. In der Nähe von Schwanberg fand Winkler eigentümliche speckige Verwitterungsreste, die möglicherweise auf ein Ganggestein zurückgehen. Die hohe Verwitterung gestattet keine nähere Abgabe.

Schriftenverzeichnis.

Fortsetzung zu den beiden Verzeichnissen in Koralpe I und II.
Abkürzungen dieselben wie bisher.

110. 1896. Seeland F., Neue Mineralvorkommen in Kärnten. Carinthia II, *86*, 1896, Nr. 4.

110*a*. 1923. Jaksch A., Glashütten in Kärnten. Carinthia I, p. 113.

111. 1877. Hansel V., Rutile von Modriach. MnV.

112. 1884. Hussack E., Mineralogische und petrographische Notizen aus Steiermark. MnV. p. 244.

113. 1903. Döll E., Über neue Pseudomorphosen: Quarz nach Pyrrhotin, Markasit nach Rutil, Limonit nach Quarz. Ver. p. 316.

114. 1927. Kieslinger A., Aufnahmsbericht über den krystallinen Anteil von Blatt Unterdrauburg und Deutschlandsberg—Wolfsberg. Ver. (Jahresbericht des Direktors).

115. 1927. — Zweiter vorläufiger Bericht über geologisch-petrographische Untersuchungen in der südlichen Koralpe. Akademischer Anzeiger, Sitzung vom 17. Februar 1927.

116. 1921. Mohr H., Der Glimmer, ein neues Bergbauprodukt Deutschösterreichs. Österr. Monatsschr. für den öffentl. Baudienst, p. 86.

117. 1923. — Der Glimmerbergbau in den Vereinigten Staaten und seine Bedeutung für die Entwicklung des österreichischen. Österr. Monatsschrift für den öffentl. Baudienst und das Berg- und Hüttenwesen, Heft 8/9.

118. 1924. — Der österreichische Nutzglimmer. Ibidem, p. 70.

119. 1926. — Die Versorgung Mitteleuropas mit Nutzglimmer. Internationale Bergwirtschaft, *1*, Heft 5.

119*a*. 1924. — Der österreichische Nutzglimmer. Zeitschr. Österr. Ingenieur- und Architektenverein, p. 234.

120. 1885. Hatle E., Die Minerale des Herzogthums Steiermark.

121. 1876. Helmhacker R., Pyrit von Waldenstein in Kärnten. Mineralogische Mitteilungen (Jahrb., *26*).

122. 1903. Canaval R., Bemerkungen über das Eisenglanzvorkommen Waldenstein in Kärnten. Carinthia II, *93*, p. 108.

123. 1913. Granigg B., Bilder über Verdrängungsprozesse auf alpinen Erzlagerstätten, V. Verdrängung von Hornblende, Biotit, Muskowit und Feldspat durch Magnetkies, Kupferkies und Bleiglanz. Österr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen, *61*, p. 324.
124. 1883. Zepharovich, F. v., Mineralogische Notizen Nr. VIII. Lotos, Referat in Ver. 1884, p. 71.
125. 1855. Hauer und Foetterle, Geologische Übersicht der Bergbaue der österreichischen Monarchie.
126. 1891. Brunlechner A., Die Abstammung der Eisenerze und der Charakter ihrer Lagerstätten im nordöstlichen Kärnten. Carinthia II, *81*, p. 33.
127. 1902. Seeland F., Geologie des Lavanttales in F. C. Keller, Das Lavanttal. Wolfsberg.
128. 1927. Kieslinger A., Vorläufiger Bericht über die Tektonik Mittelkärntens. Akademischer Anzeiger Nr. 15.
129. 1894. Anonym, Beiträge zur Geschichte der steirischen Glasindustrie. Sonderabdruck, Graz, ?.
130. 1927. Machatschki F., Mineralogische Notizen. Zeitschr. für Krystallographie, *63*, p. 457.
131. 1927. — Beitrag zur Kenntnis der mittelsteirischen Pegmatite und ihrer Mineralien. Centralbl. 1927 A, p. 240.
132. 1926. Heritsch F., Studien über den Chemismus der Granaten. Neues Jahrb., Beil. Bd. *55* A, p. 60 bis 91.
133. 1927. Kieslinger A., Paramorphosen von Disthen nach Andalusit. Sitzungsbericht d. Akad. d. Wiss. Wien, *136*, p. 71.
134. 1901. Becke F., Optische Orientierung des Oligoklasalbit. Tschermak's Mitteilungen *20*, p. 55.
135. 1911. Sigmund A., Neue Mineralfunde in Steiermark und Niederösterreich. II. MnV. 48.
136. 1913. — Ebenso, IV. MnV. 50.

Erläuterung zu Tafel I.

Reihe fortlaufender Umänderung, vom frischen Gestein (Fig. 1) bis zum Diaphthorit (Fig. 5/6). Alle Aufnahmen $5^1/_2$fach linear vergrößert.

Fig. 1. S 184, Schriftgranit, Schwanberg. Nic. //. Die trüben Feldspate heben sich deutlich vom durchsichtigen Quarz ab.

Fig. 2. S 148. Pegmatitgneis, Brandel. Nic. X. Zwischen den größeren Körnern von Kalifeldspat haben sich kleinkörnige »Mörtel«-Zonen gebildet.

Fig. 3. S 188. Pegmatitgneis Steinschneider, Koralpengipfel. Nic. X. Die Zertrümmerung hat weitere Fortschritte gemacht und alle Körner verkleinert. Immerhin noch Gegensatz von größeren Körnern und Grundgewebe.

Fig. 4. S 186. Aplitgneis, Waldbahn Deutschlandsberg—Freyland. Nic. X. Die Zertrümmerung hat ein gleichmäßiges Quarz-Aplit-Grundgewebe erzeugt, von Turmalin (nicht auf dem Bild) abgesehen keine größeren Krystallkörner mehr.

Fig. 5. S 190. Pegmatitdiaphthorit, Weg Höchwirt-Radlgraben. Nic. //. Sehr deutlich die feine Schieferung und Fältelung zu sehen.

Fig. 6. Derselbe Dünnschliff bei X Nicols. Die Schieferung tritt nicht so deutlich hervor, dafür sieht man die Kleinkörnigkeit. Zu vergleichen mit den vorigen Bildern, die alle im gleichen Maßstab sind.

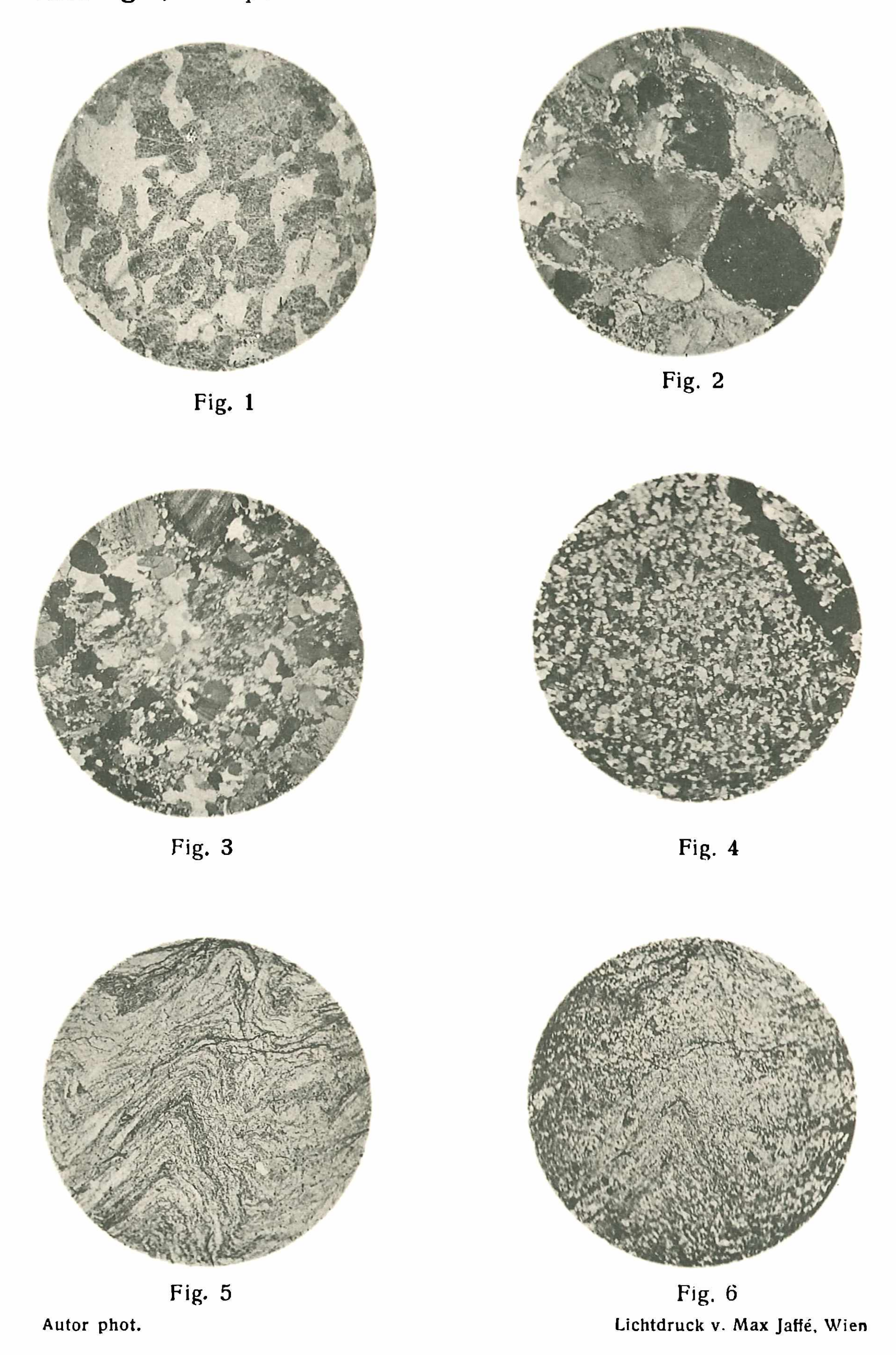


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Autor phot.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien